نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 11، شماره 3، پاییز 1398، ص 1048-1037

Journal of Agroecology
Vol. 11, No.3, Fall 2019, p. 1037-1048

بررسی تأثیر کاربرد کودهای زیستی و تیمارهای آبی بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص تورم اسفرزه (*Plantago ovata* Forssk.)

محمود رمرودی[1*]، مریم باقری[2] و محمد فروزنده[3]

تاریخ دریافت: 1396/12/9
تاریخ پذیرش: 1397/04/13

رمرودی، م.، باقری، م.، و فروزنده، م. 1398. بررسی تأثیر کاربرد کودهای زیستی و تیمارهای آبی بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص تورم اسفرزه (*Plantago ovata* Forssk.). بوم‌شناسی کشاورزی، 11 (3): 1048-1037.

چکیده

این آزمایش با هدف بررسی تأثیر کاربرد کودهای زیستی و تیمارهای آبی بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص تورم اسفرزه (*Plantago ovata* Forssk.) به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شهرستان درمیان استان خراسان جنوبی در سال زراعی 94- 1393 اجرا شد. سطوح مختلف تنش خشکی شامل 80، 60 و 40 درصد ظرفیت زراعی به‌عنوان عامل اصلی و کود زیستی در چهار سطح شامل نیتروکسین، فسفات بارور 2، نیتروکسین + فسفات بارور 2 و شاهد (محلول‌پاشی با آب معمولی) به‌عنوان عامل فرعی بود. نتایج نشان داد که تعداد پنجه و سنبله در بوته و وزن هزار دانه تحت تأثیر تنش خشکی و کود زیستی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد، به‌طوری‌که با کاهش تعداد آبیاری ویژگی‌های فوق کاهش یافت و کاربرد کودهای زیستی سبب افزایش آن‌ها گردید. برهم‌کنش تنش خشکی و کود زیستی تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه و در سطح احتمال پنج درصد بر ارتفاع بوته، شاخص تورم و درصد موسیلاژ داشت. بیش‌ترین تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه از تیمار 80 درصد ظرفیت زراعی توأم با کود زیستی نیتروکسین و کم ترین آن‌ها از تیمار 40 درصد ظرفیت زراعی و عدم کاربرد کود زیستی (شاهد) به‌دست آمد که به‌ترتیب به‌میزان 47/4 و 54/3 درصد افزایش داشتند و بیش‌ترین درصد موسیلاژ از تیمار 40 درصد ظرفیت زراعی توأم با کاربرد فسفات بارور 2 حاصل شد. براساس نتایج در شرایط این تحقیق، دستیابی به حداکثر عملکرد دانه گیاه دارویی اسفرزه، تلقیح بذر با کود زیستی نیتروکسین و تأمین نیاز آبی مناسب (80 درصد ظرفیت زراعی) برای گیاه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تعداد سنبله، تنش خشکی، عملکرد دانه، موسیلاژ، نیتروکسین

مقدمه

امروزه استفاده از گیاهان دارویی و معطر به‌دلیل گرایش مجدد انسان به طبیعت و محصولات طبیعی، اثرات جانبی مواد سنتزی و کشف داروهای جدید از ترکیبات طبیعی که دارای ساختارهای پیچیده شیمیایی و غیرقابل سنتز هستند، رشد قابل توجهی داشته‌است (Omidbaigi, 2005). اسفرزه از گیاهان دارویی مهم می‌باشد و از خواص شناخته شده آن می‌توان ملین، خنک‌کننده و مدر ذکر کرد (Basudehradum et al.,1989). بخش دارویی این گیاه محتوای موسیلاژی پوسته (Omidbaigi, 2005) و این بخش از گیاه در طب سنتی به‌عنوان داروی ملین کاربرد زیادی دارد. هم‌چنین اثرات مفید فیبرهای دانه اسفرزه برای درمان دیابت نوع دوم تقریباً مشخص شده‌است (Naghdi Badi et al., 2004).

تنش خشکی مانع از تظاهر کامل پتانسیل ژنتیکی گیاهان زراعی می‌شود و از این‌رو موجب کاهش تولیدات کشاورزی می‌گردد. اغلب

1، 2 و 3- به‌ترتیب دانشیار، دانشجوی کارشناسی ارشد گیاهان دارویی و مربی پژوهشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
(*- نویسنده مسئول: (Email: mramroudi42@uoz.ac.ir
Doi: 10.22067/jag.v11i3.71316

گیاهان زراعی به‌ویژه در طی دوره گل‌دهی تا نمو بذر به تنش کمبود آب حساس هستند (Ashrafi & Talebi, 2012). در بین گیاهان دارای ترکیبات موسیلاژی، اسفرزه است. به‌دلیل مقدار موسیلاژ، از اهمیت خاصی برخوردار است (Blumenta et al., 2000). از آن‌جا که موسیلاژ در گیاه دارویی اسفرزه جزء متابولیت‌های ثانویه می‌باشند و از طرفی تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان به‌وسیله عوامل محیطی تغییر می‌یابند و تنش رطوبتی نیز عامل مؤثری در رشد و هم‌چنین سنتز ترکیبات طبیعی گیاهان دارویی می‌باشد، لذا مطالعه تأثیر سطوح آبیاری بر تولید مواد مؤثره در گیاهان دارویی ضروری به نظر می‌رسد (Baher et al., 2002). طبق تحقیق انجام شده، کم‌آبیاری و کود دامی بر ویژگی‌های کمّی و کیفی اسفرزه به‌جز ارتفاع بوته و وزن هزار دانه تأثیر معنی‌داری داشت (Lotfi et al., 2009). در بررسی سطوح مختلف تنش خشکی (100، 75، 50 و 25 درصد ظرفیت مزرعه‌ای) در گیاهان دارویی اسفرزه، بومادران (*Achillea millefolium* L.)، مریم‌گلی (*Salvia officinalis* L.)، همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) و بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) گزارش شد که با تشدید تنش خشکی، وزن اندام‌های هوایی و ارتفاع بوته در گیاهان مورد مطالعه کاهش یافت (Lebaschy & Sharifi Ashoorabadi, 2004). نتایج تحقیق دیگری حاکی از مقاومت گیاه دارویی اسفرزه به تنش رطوبتی می‌باشد (Patra et al., 1999).

یکی از ارکان اساسی در کشاورزی پایدار، استفاده از کودهای زیستی در نظام‌های زراعی با هدف حذف یا کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی است. کودهای زیستی گاه به‌عنوان جایگزین و در بیش‌تر موارد به‌عنوان مکمل کودهای شیمیایی می‌توانند پایداری تولید نظام‌های کشاورزی را تضمین کنند (Han et al., 2006). باکتری‌های موجود در کودهای زیستی از طریق تأمین عناصر معدنی نظیر فسفر، آهن، مس و روی به‌ویژه نیتروژن برای گیاه، باعث افزایش اجزای عملکرد و عملکرد دانه می‌شود (Rahimzade, 2009). کمبود فسفر به‌شدت بر میزان رشد گیاهان اثر منفی می‌گذارد و تشکیل گل، میوه، بذر و کیفیت آن‌ها را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. مصرف بیوفسفر، سبب افزایش مقاومت گیاهان در شرایط تنش‌های محیطی از جمله شوری و خشکی می‌شود (Koocheki et al., 2007). در زمینه استفاده از کودهای زیستی برای بهبود جذب عناصر و کاهش مصرف کودهای شیمیایی در گیاهان زراعی و دارویی تحقیقات متعددی انجام شده است (Zahir et al., 2004; Zhenixi et al., 2008). در بررسی تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی مشخص گردید که کاربرد 50 درصد کود شیمیایی توأم با کود زیستی می‌تواند در افزایش عملکرد دانه و موسیلاژ اسفرزه مؤثر باشد و مصرف کودهای زیستی نیتروکسین و بیوفسفر در راستای تحقق اهداف کشاورزی پایدار با بهبود شرایط تغذیه‌ای می‌تواند نقش مفیدی در افزایش سطح برگ، سرعت رشد محصول و در نهایت عملکرد موسیلاژ اسفرزه داشته باشد (Sepehri & Samadi, 2015). افزایش طول ساقه‌چه گندم با تلقیح بیوفسفر در مقایسه با شاهد گزارش گردیده‌است (Forouzandeh et al., 2014). یوسف‌پور و یدوی (Yousefpoor & Yadavi, 2014) گزارش کردند کاربرد نیتروکسین باعث افزایش عملکرد و محتوای روغن دانه آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) شد که علت این امر بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه می‌باشد.

با توجه به بحران کم‌آبی در سال‌های اخیر و اقلیم خشک و نیمه‌خشک کشور، کاشت گیاهان سازگار با این شرایط در الگوی کشت اهمیت زیادی دارد. از این‌رو، این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر باکتری‌های افزاینده رشد در تیمارهای مختلف کم‌آبیاری بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه با هدف افزایش عملکرد دانه، انجام شد.

جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک آزمایش (30-0 سانتی‌متر)

Table 1- Physical and chemical properties of soil (0-30 cm)

بافت Texture	منگنز Mn (ppm)	روی Zn (ppm)	آهن Fe (ppm)	پتاسیم K (ppm)	فسفر P (ppm)	نیتروژن N (%)	pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)
لومی شنی Sandy loam	3.1	4.8	2.2	185	12	0.06	7.3	1.6

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی 94-1393 در شهرستان درمیان استان خراسان جنوبی با موقعیت جغرافیایی 34 درجه و 15 دقیقه و طول جغرافیایی 56 درجه و 30 دقیقه و ارتفاع 1500 متری از سطح دریا اجرا شد. خصوصیات خاک محل آزمایش در جدول 1 آورده شده است.

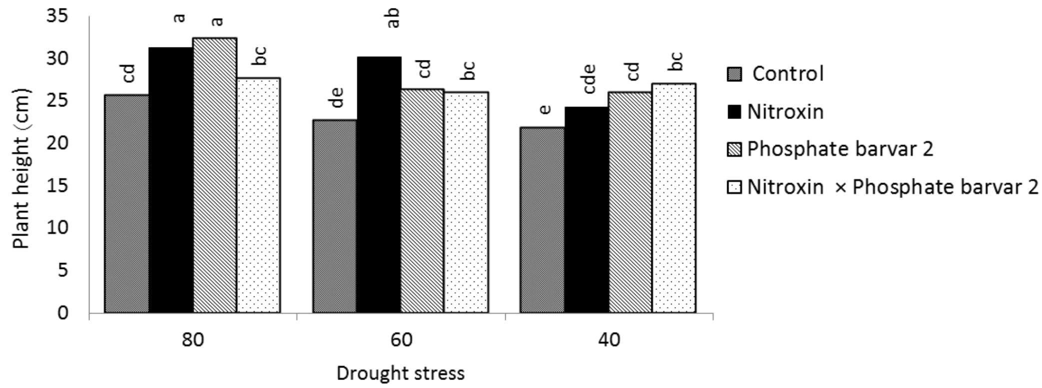
آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل سطوح مختلف تنش خشکی: 80، 60 و 40 درصد ظرفیت زراعی به‌عنوان عامل اصلی و کودهای زیستی شامل نیتروکسین، فسفات بارور 2، تلفیقی (نیتروکسین + فسفات بارور 2) و شاهد (محلول‌پاشی آب معمولی) به‌عنوان عامل فرعی بود. کود نیتروکسین حاوی باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن از جنس *ازتوباکتر* و *آزسپریلیوم* و کود فسفاته بارور 2 نیز دارای دو نوع باکتری حل‌کننده فسفات از گونه‌های *Pseudomonas potida* و *Bacillus lenthus* می‌باشد (Yousefpoor & Yadavi, 2014). زمین محل آزمایش ابتدا به‌عمق 30 سانتی‌متر شخم و سپس عملیات دیسک‌زنی و تسطیح انجام گرفت. هر کرت دارای چهار ردیف کشت به‌طول چهار متر با فواصل 20 سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف چهار سانتی‌متر به‌صورت کرتی انجام شد. میزان بذر مصرفی معادل هشت کیلوگرم در هکتار بود (Ramroudi et al., 2011a). کود زیستی فسفات بارور 2 (100 گرم در هکتار) قبل از کشت با بذر تلقیح داده شد. برای این کار ابتدا بذرها خیس گردید و مقدار کود مورد نیاز روی بذرها افشانده و مخلوط شد. بذرها به‌مدت چهار ساعت در سایه خشک و سپس کشت شدند (Gliessman, 2007). در اعمال کود بیولوژیک مایع نیتروکسین (یک لیتر در هکتار) نیز بذرها در مایه تلقیح خیسانده شدند (Krishna et al., 2008). پس از انجام تلقیح بذرها روی کاغذ و در سایه به‌مدت دو ساعت پهن تا خشک گردید و بلافاصله کشت گردید. عملیات داشت در طی فصل رشد به‌موقع انجام گرفت و علف‌های هرز در طول دوره رشد با دست وجین شد.

در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک 10 بوته به‌صورت تصادفی از هر کرت انتخاب و ارتفاع بوته، تعداد پنجه و سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه به‌وسیله ترازو با دقت 0/01 گرم اندازه‌گیری شد. برای تعیین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه با رعایت اثر حاشیه‌ای، یک متر مربع از هر کرت برداشت و پس از خشک شدن و بوجاری بذر ثبت گردید. شاخص تورم و درصد موسیلاژ بذر نیز به‌روش شارما و کول (Sharma & Koul, 1986) در آزمایشگاه تعیین شد. داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار $SAS_{9.2}$ تجزیه و با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد مقایسه میانگین‌ها انجام گرفت. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته: نتایج نشان داد که تأثیر برهم‌کنش تنش خشکی و کود زیستی بر ارتفاع بوته در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول 2). بر اساس مقایسه میانگین‌های برهم‌کنش تنش خشکی و کود زیستی بیش‌ترین ارتفاع بوته از تیمار 80 درصد ظرفیت زراعی توأم با کاربرد فسفات بارور 2 و کم‌ترین آن از تیمار 40 درصد ظرفیت زراعی و شاهد (محلول‌پاشی با آب معمولی) حاصل گردید (شکل 1). به نظر می‌رسد که کاهش رشد گیاه اسفرزه تحت تنش شدید در نتیجه محدودیت آبی ناشی از اعمال تیمار تنش خشکی باشد که رشد و توسعه سلول‌ها را کاهش داده و در نهایت، رشد گیاه را محدود می‌کند. کاربرد کودهای زیستی با تعدیل اثر تنش خشکی، سبب افزایش ارتفاع بوته گردید. روند کاهش ارتفاع بوته با کاهش تعداد آبیاری نشان داد تنش خشکی با محدودیت‌هایی که در جذب آب و هم‌چنین جذب عناصر غذایی برای گیاه ایجاد می‌کند باعث کاهش تولید ماده خشک می‌شود (Ashraf & Foolad, 2007). به عقیده بسیاری از محققین، نخستین و حساس‌ترین واکنش نسبت به کمبود آب، کاهش در آماس سلول و در نتیجه کاهش رشد می‌باشد (Larcher, 1995; Mandal et al., 2008). افزایش ارتفاع بوته اسفرزه با کاربرد کودهای زیستی توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (Samadi & Sepehri, 2012; Yadav et al., 2002).

تعداد پنجه و سنبله در بوته: نتایج نشان داد که تنش خشکی و کود زیستی بر تعداد پنجه و سنبله در بوته تأثیر معنی‌داری داشت (جدول 2)، به‌طوری که با کاهش تعداد آبیاری تعداد پنجه و سنبله در بوته کاهش یافت. تنش کم‌آبی در مراحل گل‌دهی و گرده‌افشانی بر تعداد پنجه و سنبله در بوته اثر گذاشته و نسبت به تیمار 80 درصد ظرفیت زراعی کاهش یافت (جدول 3).



شکل 1- برهم‌کنش تنش خشکی (ظرفیت زراعی) و کود زیستی بر ارتفاع اسفرزه

Fig. 1- Interaction of drought stress (Field capacity) and bio-fertiler on plant height of isabgol

حروف مشترک در هر ستون، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال 5 درصد می‌باشند.

Common letters in each column have no significant different based on Duncan's multiple range tests at 5 % probability level.

این نتایج با یافته‌های رمرودی و همکاران (Ramroudi et al., 2011b) مبنی بر کاهش تعداد سنبله در سنبله اسفرزه تحت شرایط کم‌آبیاری مطابقت دارد. کاربرد کودهای زیستی به‌طور معنی‌داری موجب افزایش در تعداد پنجه و سنبله در بوته در مقایسه با عدم کارد کود زیستی شد، به‌طوری‌که بیش‌ترین تعداد پنجه و سنبله در بوته از کاربرد فسفات بارور 2 به‌دست آمد (جدول 3). کودهای زیستی از طریق بهبود فعالیت میکروبی خاک و در دسترس قرار دادن عناصر غذایی، سبب افزایش فتوسنتز و در نهایت باعث افزایش رشد و تعداد پنجه در بوته می‌گردد (Kundan et al., 2015).

تعداد دانه در سنبله: تأثیر برهم‌کنش تنش خشکی و کود زیستی بر تعداد دانه در سنبله در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول 2). مقایسه میانگین‌های برهم‌کنش تنش خشکی و کود زیستی نشان داد که بیش‌ترین تعداد دانه در سنبله از تیمار 80 درصد ظرفیت زراعی توأم با کاربرد نیتروکسین و کم‌ترین آن از تیمار 40 درصد ظرفیت زراعی و عدم مصرف کود حاصل گردید (شکل 2). با کاهش تعداد آبیاری، تعداد دانه در سنبله کاهش یافت. کاهش تعداد آبیاری به‌دلیل ایجاد تنش خشکی، سبب کاهش تعداد دانه در سنبله گیاه دارویی اسفرزه می‌گردد (Sreevalli et al., 2001). تنش کم‌آبی ناشی از افزایش فاصله آبیاری در مراحل گل‌دهی و گرده‌افشانی سبب کاهش تعداد دانه در سنبله گردید. این نتایج با نتایج رمرودی و همکاران (Ramroudi et al., 2011b) مبنی بر کاهش تعداد دانه در سنبله گیاه دارویی اسفرزه تحت شرایط کم‌آبیاری مطابقت دارد. کاربرد کودهای زیستی سبب افزایش تعداد دانه در سنبله گردید. به نظر می‌رسد کودهای زیستی با کاهش اثر تنش خشکی بر گیاه دارویی اسفرزه سبب افزایش تعداد دانه در سنبله شده است.

وزن هزار دانه: وزن هزار دانه تحت تأثیر تنش خشکی و کود زیستی در سطح یک درصد معنی‌دار گردید (جدول 2)، به‌طوری‌که مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیش‌ترین وزن هزار دانه از تیمار 80 درصد ظرفیت زراعی حاصل شد که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با تیمار 80 درصد ظرفیت زراعی نداشت (جدول 3). به نظر می‌رسد که پایین بودن وزن هزار دانه با افزایش فواصل آبیاری می‌تواند در نتیجه محدودیت آبی ناشی از تنش خشکی در مراحل بعد از گل‌دهی باشد که به‌شدت قدرت منبع و توان ساخت یا انتقال مواد فتوسنتزی را کاهش داده است. کاهش وزن هزار دانه گیاه دارویی اسفرزه تحت تأثیر تنش خشکی نیز گزارش شده است (Ramroudi et al., 2011b).

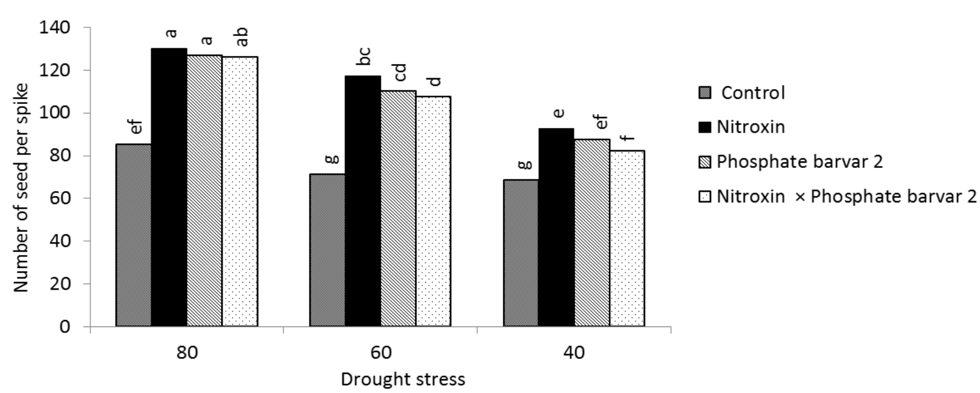
در بین تیمارهای کاربرد کود زیستی نیز تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید، امّا کم‌ترین وزن هزار دانه از تیمار عدم مصرف کود حاصل شد، به‌طوری‌که نسبت به کاربرد کودهای زیستی نیتروکسین، فسفات بارور 2 و تلفیق آن‌ها به‌ترتیب 7/06، 16/67 و 15/46 درصد کاهش داشت (جدول 3). به نظر می‌رسد که تیمار شاهد کودی به‌علت کمبود عناصر نسبت به سایر تیمارهای کود زیستی، رشدی کم‌تری داشته و در نتیجه وزن هزار دانه کاهش یافته است. این نتایج

با نتایج تحقیق دیگری مبنی بر تأثیر مثبت کودهای زیستی بـر وزن دانه گیاه دارویـی اسـفرزه مطابقـت دارد (Ghasemi Siani et al., 2011).

عملکرد دانه: نتایج نشان داد کـه عملکـرد دانـه تحـت تـأثیر برهم‌کنش تنش خشکی و کود زیستی در سطح یک درصد معنـی‌دار شد (جدول 2). نتایج مقایسه میانگین‌های برهم‌کنش تنش خشکی و کود زیستی حاکی از آن است که بیش‌ترین عملکرد دانه از تیمـار 80 درصد ظرفیت زراعی توأم با کاربرد نیتروکسین و کم‌ترین آن از تیمار 40 درصد ظرفیت زراعی و تیمار شاهد کودی حاصل شد (شـکل 3). به‌نظر می‌رسد که کاهش اجزای عملکرد گیاه دارویی اسفرزه همراه با کاهش تعداد آبیاری و تنش کم‌آبی ناشی از اعمـال تـنش بـوده کـه عملکرد گیاه را محـدود مـی‌کنـد (Sreevalli et al., 2001). نتـایج بررسی نشان داد که عملکرد دانه اسـفرزه تحـت تـأثیر بـرهم‌کـنش فواصل آبیاری و کود معنی‌دار گردید (Lotfi et al., 2009).

به‌موازات کاهش تعداد دفعات آبیاری، به‌دلیـل اثـر منفـی تـنش خشکی که بر اجزای تشکیل‌دهنده عملکرد به‌خصوص تعداد سنبله در بوته داشت، سبب کاهش شـدید عملکـرد دانـه شـد. دلیـل کـاهش عملکرد دانه در تیمار 40 درصد ظرفیت زراعی را مـی‌تـوان بـه رشـد رویشی کم‌تر و به تبع آن، سطح فتوسنتزکننده محدودتر و تولید ماده خشک کم‌تر گیاه در شرایط خشکی نسبت داد. از طرفی کوتاه شـدن طول دوره پر شدن دانه و رسـیدگی زودتـر تیمارهـای تحـت تـنش خشکی، می‌تواند در کاهش عملکرد دانه مؤثر باشـد. پاسـخ معنـی‌دار عملکرد اسفرزه با تغییر دفعات آبیاری از هفت روز به 14روز در تحقیق دیگری نیز گزارش گردیده اسـت (Ghasemi Siani et al., 2011). کودهای زیستی در مقایسه با عدم کاربرد کود سبب افزایش عملکـرد دانه شدند و تیمار عدم مصرف کود، به‌دلیل کمبود مواد غذایی، رشـد کم‌تر و بالطبع عملکرد دانه کم‌تری تولید کرد. ریزموجودات موجود در کودهای زیستی با تولید ترکیبـات مختلـف، تسـهیل جـذب عناصـر غذایی، فراهمی عناصر غذایی خاک و تولید مواد تنظـیم‌کننـده رشـد گیاه از جمله اکسین‌ها و جیبرلین‌ها باعث افزایش رشد گیاه می‌شـوند (Gupta et al., 2015; Kundan et al., 2015)

شاخص تورم بذر: بر اساس نتایج، شاخص تورم بـذر تحـت تأثیر برهم‌کنش تنش خشکی و کود زیسـتی در سـطح پـنج درصـد معنی‌دار شد (جدول 2). بیش‌ترین شاخص تورم بذر از تیمار 80 درصد ظرفیت زراعی توأم با کاربرد کود بیولوژیک فسفات باور 2 و کم‌ترین آن از تیمار 40 درصد ظرفیت زراعی با شاهد کـودی بـه‌دسـت آمـد (شکل 4). با افزایش تنش خشکی شاخص تورم بـذر رونـد کاهشـی داشت. در مطالعه‌ای گزارش شد که با افزایش شدت تـنش خشـکی، شاخص تورم بذر گیاه دارویی اسفرزه کـاهش یافـت (Lotfi et al., 2009). پوریوسف و همکاران (Pouryousef et al., 2007) گـزارش کردند کاربرد کود فسفات بارور 2 سبب افزایش شاخص تورم بذر گیاه دارویی اسفرزه در مقایسه با عدم مصرف کود شد. شاخص تورم بذر از خصوصیات بذرهای حاوی موسیلاژ می‌باشـد کـه در اثـر جـذب آب، موسیلاژ موجود در بذر متورم می‌شود (Bhagat, 1980).



شکل 2- برهم‌کنش تنش خشکی (ظرفیت زراعی) و کود زیستی بر تعداد دانه در سنبله اسفرزه

Fig. 2- Interaction of drought stress (Field capacity) and bio-fertilizer on number of seed per spike of isabgol

حروف مشترک در هر ستون، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال 5 درصد می‌باشند.

Common letters in each column have no significant different based on Duncan's multiple range tests at 5 % probability level.

جدول ۲- تجزیه واریانس ارتفاع بوته، اجزای عملکرد، عملکرد دانه، شاخص تورم و درصد موسیلاژ اسفرزه

Table 2- Analysis of variance for plant height, yield components, seed yield, turgid index and mucilage percentage of isabgol

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares							
		ارتفاع بوته Plant height	تعدادپنجه در بوته Number of tiller per plant	تعدادسنبله در بوته Number of spike per plant	تعداددانه در سنبله Number of seed per spike	وزن هزاردانه 1000-seed weight	عملکرد دانه Seed yield	شاخص تورم Swelling index	درصد موسیلاژ Mucilage percentage
تکرار Replication	2	1.49	0.23	1.26	58.78	0.034	1217.65	4.44	9.13
تنش خشکی Drought stress (D)	2	63.85**	4.46**	186.71**	3573.71**	0.25**	92941.37**	289.69**	66.70**
خطای a Ea	4	5.03	0.19	74.92	30.12	0.44	2141.62	2.17	3.03
کود زیستی Bio-fertilizer (B)	3	49.58**	8.15**	285.44**	2677.87**	0.26**	92080.52**	25.45**	100.50**
تنش خشکی × کود زیستی B×D	6	11.01*	0.29ns	8.73ns	132.97**	0.01ns	12434.02**	5.29*	9.91*
خطای b Eb	18	1.34	0.16	2.85	14.25	0.01	972.90	1.62	1.87
ضریب تغییرات CV (%)	-	8.36	8.73	9.68	5.46	7.83	8.62	8.83	13.50

*، ** وns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد و غیرمعنی‌دار.

**, * and ns: are significant at 0.01 and 0.05 and non- significant, respectively.

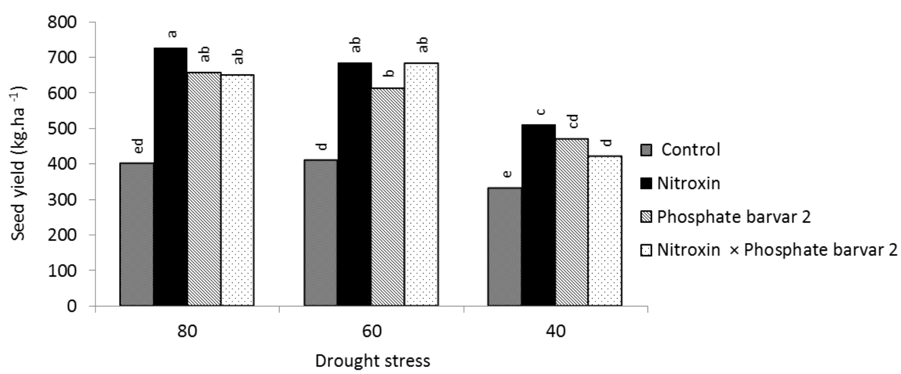
جدول 3- مقایسه میانگین تنش خشکی (ظرفیت زراعی) و کودهای زیستی بر تعداد پنجه و سنبله در بوته و وزن هزار دانه اسفرزه

Table 3- Mean comparison of drought stress (Field capacity)and bio-fertilizers on number of spike and tiller per plant and thousand seed weight of of isabgol

تیمارها Treatments	تعداد سنبله در بوته Number of spike per plant	تعداد پنجه در بوته Number of tiller per plant	وزن هزاردانه Thousand seed weight (g)
	تنش خشکی **Drought stress**		
80	24.58 [a*]	5.79 [a]	2.11 [a]
60	21.82 [b]	4.77 [b]	2.08 [a]
40	16.80 [c]	4.70 [b]	1.88 [b]
	کود زیستی **Bio-fertilizer**		
شاهد Control	12.72 [c]	3.84 [c]	1.75 [b]
نیتروکسین Nitroxin	24.01 [ab]	5.93 [a]	2.11 [a]
فسفات بارور2 Phosphate barvar 2	24.83 [a]	5.72 [a]	2.10 [a]
نیتروکسین × فسفات بارور2 Phosphate barvar 2× Nitroxin	22.70 [b]	4.85 [b]	2.07 [a]

*حرف مشترک در هر ستون و برای هر جزء بر اساس آزمون چند دامنه دانکن در سطح 5 درصد معنی‌دار نیست.

*Means followed by similar letters in each column and for each component are not significantly different at p=5%, Duncan Multiple Range test.



شکل 3- برهم‌کنش تنش خشکی(ظرفیت زراعی) و کود زیستی برعملکرد دانه اسفرزه

Fig. 3- Interaction of drought stress (Field capacity) and bio-fertilizer on seed yield of isabgol

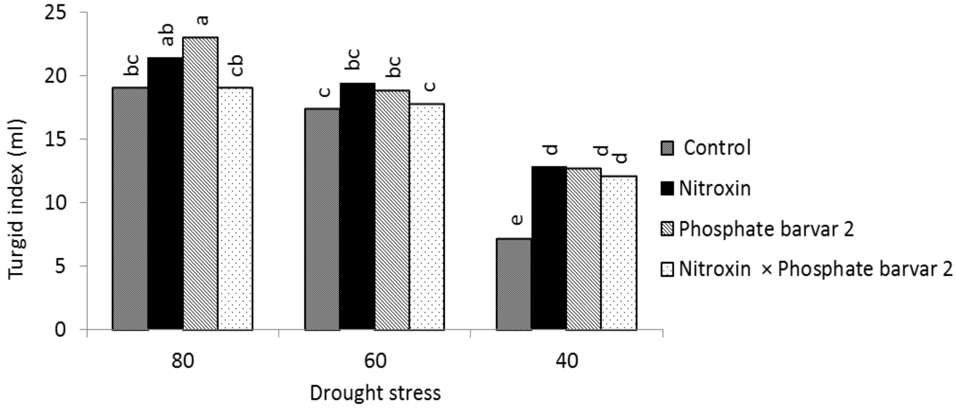
حروف مشترک در هر ستون، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال 5 درصد می‌باشند.

Common letters in each column have no significant different based on Duncan's multiple range tests at 5 % probability level.

درصد موسیلاژ: تأثیر برهم‌کنش تنش خشکی و کود زیستی در سطح پنج درصد بر درصد موسیلاژ معنی‌دار بود (جدول 2). نتایج برهم‌کنش آن‌ها نشان می‌دهد که بیش‌ترین درصد موسیلاژ بذر از تیمار 40 درصد ظرفیت زراعی همراه با کاربرد کود بیولوژیک فسفات باور 2 و کم‌ترین آن از تیمار 80 درصد ظرفیت زراعی با عدم کاربرد کود زیستی مشاهده گردید (شکل 5). با کاهش تعداد آبیاری و افزایش فواصل آبیاری درصد موسیلاژ دانه افزایش می‌یابد (Patra et al.,1999). این افزایش نشان‌دهنده عکس‌العمل این گیاه در برابر محدودیت آبی است که منجر به افزایش تولید موسیلاژ در دانه می‌شود (Ramroudi et al., 2011b).

نتایج آزمایشی روی گیاه دارویی اسفرزه بیانگر آن است که نانو کود کلات آهن و کلات پتاسیم موجب افزایش عملکرد بذر و میزان موسیلاژ می‌شود (Aghazadeh-Khalkhali et al., 2015). نتایج تحقیقی حاکی از تأثیر مثبت محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر درصد

موسیلاژ در مقایسه با عدم محلول‌پاشی بود و هر چه درصد موسیلاژ بیش‌تر باشد کیفیت آن نیز بالاتر خواهد بود (Ramroudi et al., 2011b). برخی محققین کاربرد کودها را در افزایش عملکرد دانه و موسیلاژ اسفرزه مؤثر دانسته‌اند (Ramroudi Mousavi Nik, 2012 et al., 2011b).

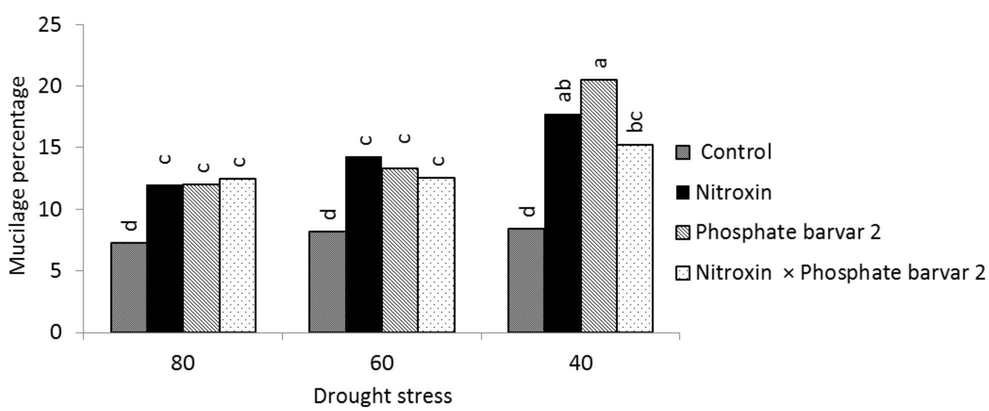


شکل 4- برهم‌کنش تنش خشکی(ظرفیت زراعی) و کود زیستی بر شاخص تورم اسفرزه

Fig. 4- Interaction of drought stress (Field capacity) and bio-fertilizer on turgid index of isabgol

حروف مشترک در هر ستون، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 5 درصد می‌باشند.

Common letters in each column have no significant different based on Duncan's multiple range tests at 5 % probability level.



شکل 5- برهم‌کنش تنش خشکی(ظرفیت زراعی) و کود زیستی بر درصد موسیلاژ

Fig. 6- Interaction of drought stress (Field capacity) and bio-fertilizer on mucilage percentage

حروف مشترک در هر ستون، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال 5 درصد می‌باشند.

Common letters in each column have no significant different based on Duncan's multiple range tests at 5 % probability level.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که افزایش شدت تنش خشکی، سبب کاهش معنی‌دار عملکرد و اجزای عملکرد و افزایش درصد موسیلاژ بذر اسفرزه گردید و کاربرد کودهای زیستی، نیز سبب افزایش آن‌ها نسبت به شرایط عدم کاربرد کود زیستی شد. تأثیر برهم‌کنش تنش خشکی و کود زیستی بر ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه، شاخص تورم و درصد موسیلاژ معنی‌دار شد، به‌طوری‌که بیش‌ترین عملکرد دانه از تیمار 80 درصد ظرفیت زراعی توأم با کود زیستی نیتروکسین و کم‌ترین آن از تیمار 40 درصد ظرفیت زراعی با عدم کاربرد کود زیستی به‌دست آمد که حدود 54/3 درصد افزایش داشت. لذا می‌توان اظهار داشت که کودهای زیستی در بهبود و افزایش عملکرد کمّی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه تحت تأثیر رژیم کم‌آبیاری

مؤثر واقع می‌شوند. براساس نتایج در شرایط این تحقیق، دستیابی به حداکثر عملکرد دانه گیاه دارویی اسفرزه، تلقیح بذر بـا کـود زیسـتی نیتروکسین و تأمین نیاز آبی مناسب (80 درصد ظرفیت زراعی) برای گیاه می‌باشد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از حمایت مالی در چاپ مقالـه کـه از محـل اعتبـارات معاونت پژوهشی دانشگاه زابل بـه شـماره 2371/ 10/96/پ تـأمین شده، سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

Aghazadeh-Khalkhali, D., Mehrafarin, A., Abdossi, V., and Naghdi Badi, H. 2015. Mucilage and seed yield of psyllium (*Plantago psyllium* L.) in response to foliar application of nano-iron and potassium chelate fertilizer. Journal of Medicinal Plants 4(56): 23-34. (In Persian with English Summary)

Ashraf, M., and Foolad, M.R. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environmental and Experimental Botany 59: 206-216.

Ashrafi, V., and Talebi, M. 2012. Improve drought resistance in crops, the first national conference on sustainable agricultural development and a healthy environment. Hamedan, Islamic Azad University, Hamedan, Iran. (In Persian)

Baher, Z.F., Mirza, M., Ghobani, M., and Rezaii, M.B. 2002. The Influence of water stresses on plant height, herbal and essential oil yield and composition in *Satureja hortensis* L. Flavour and Fragrance Journal 17: 275-277.

Basudehradum, B.D., Bisha, S., and Manhendrapol, S. 1989. Indian medicinal plants. Today and Tomarrow's Publication.

Bhagat, N.R. 1980. Studies on variation and association among seed yield and some component traits in *Plantago ovata* Forsk. Crop Improvement 7: 60-63.

Blumenta, M.A., Goldberg, A., and Brinkman, J. 2000. Herbal Medicine: Expanded Commission E Monographs. Integrative Media Communications Pub., London.

Forouzandeh, M., Mirshekari, S., and Shiri, Y. 2014. Effect of seeds inoculation by plant growth promoting bacteria on seedling growth of five wheat cultivars under greenhouse experiment. Indian Journal of Fundamental Applied Life Science 4(4): 2929-2935.

Ghasemi Siani, E., Fallah, S., and Tadayyon, A. 2011. Study on yield and seed quality of *Plantago ovata* Forssk. under different nitrogen treatments and deficit irrigation. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 27(3): 517-528. (In Persian with English Summary)

Gliessman, S.R. 2007. Field and Laboratory Investigations in Agroeclogy. CRC Press, Taylor and Francis Group.

Gupta, G., Parihar, S.S., Ahirwar, N.K., Snehi, S.K., and Singh, V. 2015. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): Current and future prospects for development of sustainable agriculture. Journal of Microbial and Biochemical Technology 7: 96-102.

Han, H.S., Supanjani, D., and Lee, K.D. 2006. Effect of coin calculation with phosphate and potassium solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. Plant, Soil and Environment 52: 130-136.

Koocheki, A., Tabrizi, L., and Nassiri Mahallati, M. 2007. The effect of irrigation intervals and manure on quantitative and qualitative characteristics of *Plantago ovata* and *Plantago psyllium*. Asian Journal of Plant Science 6(8): 1229-1234.

Krishna, A., Patil, C.R., Raghavendra, S.M., and Jakati, M.D. 2008. Effect of bio-fertilizers on seed germination and seedling quality of medicinal plants. Karnataka Journal of Agricultural and Science 21: 588-590.

Kundan, R., Pant, G., Jadon, N., and Agrawal, P.K. 2015. Plant growth promoting rhizobacteria: Mechanism and current prospective. Journal of Fertilizers and Pesticides 6(2): 1-9.

Larcher, W. 1995. Physiological Plant Ecology. Third edition. Berlin springer– Verlag.

Lebaschy, M.H., and Sharifi Ashoorabadi, A. 2004. Growth indices of some medicinal plant under different water stresses. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 20(3): 249-261. (In Persian with English Summary)

Lotfi, A., Vahabi Sedehi, A.A., Ganbari, A., and Heydari, M. 2009. The effect of deficit irrigation and manure on quantity and quality traits of *plantago ovata* Forssk. in Sistan region. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic

Plants 24(4): 506-518. (In Persian with English Summary)

Mandal, K., Saravanan, R., and Maiti, S. 2008. Effect of different levels of N, P and K on downy mildew *(Peronospora plantaginis* L.) and seed yield of *Plantago ovata*. Crop Protection 27(6): 988-995.

Mousavi Nik, M. 2012. Effect of drought stress and sulphur fertilizer on quantity and quality yield of psyllium (*Plantago ovata* L.) in Baluchestan. Journal of Agroecology 4(2): 170-182. (In Persian with English Summary)

Naghdi Badi, H., Dastpak, A., and Ziai, S.A. 2004. A review of psyllium plant. Journal of Medicinal Plants 3(9): 1-14. (In Persian with English Summary)

Omidbaigi, R. 2005. Production and Processing of Medicinal Plants. Beh-Nashr Publication, Mashhad, Vol. 2, Pp: 438. (In Persian)

Patra, D.D., Anwar, M., Singh, S., Prasad, A., and Singh, D.V. 1999. Aromatic and medicinal plants for salt and moisture stress conditions. Recent advances in management of arid ecosystem. Proceeding of a Symposium Held in India, 26-28 March, 347-350.

Pouryousef, M., Chaichi, M.R., Mazaheri, D., Fakhretabataii, M., and Ashraf Jafari, A. 2007. Effect of different soil fertilizing system on seed and mucilage yield and seed P content of isabgol (*Plantago aovata* Forsk). Asian Journal of Plant Science 6(7): 1088-1092.

Rahimzade, S. 2009. Effect of bio-fertilizers on yield and quality of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) under field conditions. MSc Dissertation, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Iran. (In Persian with English Summary)

Ramroudi, M., Galavi, M., Siahsar, B.A., and Allahdoo, M. 2011a. Effect of micronutrient and irrigation deficit on yield and yield components of isabgol (*Plantago ovata* Forssk.) using multivariate analysis. Journal of Food and Agricultural Environment 9: 247-251.

Ramroudi, M., Keykha Jaleh, M., Galavi, M., Seghatolesalmi, S.M.J., and Baradaran, R. 2011b. The effect of various micronutrient foliar applications and irrigation regimes on quantitative and qualitative yield of isabgol (*Plantago aovata* Forsk). Journal of Agroecology 3(2): 219-226. (In Persian with English Summary)

Samadi, M., and Sepehri, A. 2012. Effect of plant density and biofertilizers on yield and yield components of isabgol (*Plantago ovata*). In: Proceedings of the 12th Iranian Congress of Agronomy and Plant Breeding, 5-7 Sept. 2012. Islamic Azad University, Karaj, Iran. (In Persian with English Summary)

Sepehri, A. and Samadi, M. 2015. The effect of integrated chemical and biological fertilizers on growth indices and mucilage yield of isabgol (*plantago ovata* Forsek.) across different plant densities. Iranian Journal of Field Crop Research 13(3): 485-495. (In Persian with English Summary)

Sharma P.K., and Koul, A.K. 1986. Mucilage in seeds *Plantago ovata* and its wild allies. Journal of Ethnopharmachology 17: 289-295.

Sreevalli, Y., Baskaran, K., Chandrashekara, R., Kuikkarni, R., SuShil Hasan, S., Samresh, D., Kukre, J., Ashok, A., Sharmr Singh, K., Srikant, S., and Rakesh, T. 2001. Preliminary observations on the effect of irrigation frequency and genotypes on yield and alkaloid concentration in periwinkle. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Science 22(35): 356-358.

Yadav, R.D., Keshwa, G.L., and Yadav, S.S. 2002. Effect of integrated use of FYM, urea and Sulphur on growth and yield of isabgol (*Plantago ovata*). Journal of Medicinal and Aromatic Plant Science 25: 668-671.

Yousefpoor, Z., and Yadavi, A.R. 2014. Effect of biological and chemical fertilizers of nitrogen and phosphorus on quantitative and qualitative yield of sunflower. Sustainable Agriculture and Production Science 24(1): 95-112. (In Persian with English Summary)

Zahir, A.Z., Arshad, M., and Frankenberger, W.F. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: Applications and perspectives in agriculture. Agronomy Advances 81: 97-168.

Zhenixi, I., Wang, P., and Zhang, T. 2008. Effects of types and application rates of nitrogen fertilizer on the development and nitrogen utilization of summer maize. Frontiers of Agriculture in China 1: 44-49.

Journal of Agroecology
Vol. 11, No.3, Fall 2019, p. 1037-1048

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 11، شماره 3، پاییز 1398، ص 1048-1037

Effect of Application of Biofertilizers and Water Treatments on Yield, Yield Components and Swelling Index of Isabgol (*Plantago ovata* Forssk.)

M. Ramroudi[1]*, M. Bagheri[2] and M. Forouzandeh[3]
Submitted: 28-02-2018
Accepted: 04-07-2018

Ramroudi, M., Bagheri, M., and Forouzandeh, M. 2019. Effect of application of biofertilizers and water treatments on yield, yield components and swelling index of isabgol (*Plantago ovata* Forssk.). Journal of Agroecology. 11(3): 1037-1048.

Introduction

Isabgol belongs to the plantaginaceae family. It is known for its gentle laxative, cooling and diuretic properties. Some recent researches have shown that they may be effective in lowering cholesterol and controlling certain types of diabetes. Water is the limiting factor for biomass production in many countries around the world, particularly in arid and semi-arid areas. On the other hand, drought has been a serious problem in Iran in recent years. Drought stress reduces the biomass of many crops and medicinal plants as well as decrease of the concentration of nutrients in plants. Several scientists have shown that a plant under stress will produce secondary metabolites that may influence its medicinal properties. Water is one of the most important environmental factors that have a significant influence on the growth and active ingredient of medicinal plants. Water shortages cause serious damage in plant growth and development. During drought and salinity absorption will decrease due to the high concentration of salts in the root zone and increasing the osmotic potential of the soil nutrients. Therefore, a decrease in the soil moisture reduces rate and amount of nutrient absorption by plants. Organic fertilizers under drought stress mitigate impact of drought stress by increasing proline, soluble sugars and absorption of potassium and phosphorus and increase crop yield (Rahimzade, 2009). Bio-fertilizers are inputs containing microorganism which are capable of mobilizing nutritive elements from complex and non-usable form to simple and usable form through biological processes. Also, bio-fertilizers can be substituted and an ideal candidate for commercial fertilizers in sustainable agriculture. The present investigation aims to study the use of deficit irrigation and different bio-fertilizer treatments in an appropriate manner, to achieve the highest quantitative and qualitative yield of isabgol.

Materials and Methods

A field experiment was conducted based on split-plot in randomized complete blocks design with three replications at Darmian city, South Khorasan in 2014-2015 growth season. The main-plots were levels of drought stress including 40, 60, 80 of field capacity (FC) and sub-plots were different bio-fertilizers including nitroxin, phosphate barvar 2, combination (nitroxin + phosphate barvar 2) and control (spray with water). In this experiment traits measured including plant height, number of tiller per plant, number of spike per plant, number of seed per spike, thousand–seed weight, seed yield, turgid index, mucilage percentage and mucilage yield.

Results and Discussion

The results indicated that the number of tiller and spike per plant and thousand-seed weight were significant ($p \leq 0.01$) under drought stress and bio-fertilizer. The highest number of seeds per spike was obtained from 80% field capacity with nitroxin application and the lowest was obtained from 40% FC and non-application fertilizer. By increasing drought stress, the number of seeds per spike decreased. Interaction of drought stress and bio-fertilizer had significant effect on plant height, number of seed per spike, seed yield, swelling index and mucilage percentage. The highest 1000-seed weight was obtained from 80% FC, which did not have significant difference with 60% FC. The highest numbers of seed per spike and seed yield were obtained from 80% FC along with nitroxin application and the lowest of them were obtained from 40% FC and no fertilizer (control), which increased by 47.4 and 54.3 percent, respectively. The maximum mucilage percentage was achieved from

1, 2 and 3- Associated Professor, MSc student of Medicinal Plants and Instructor, Agricultural research institute, University of Zabol, Zabol, Iran, respectively.
(*- Corresponding author Email: mramroudi42@uoz.ac.ir)
Doi: 10.22067/jag.v11i3.71316

80% FC along with phosphate barvar 2 application, although not significant across other fertilizer treatments.

Conclusions

In general, for achievement of maximum isabgol yield, inoculate seed with bio-fertilizer and providing plants water requirements would be appropriate.

Keywords: Drought stress, Mucilage, Nitroxin, Number of spike, Turgid index